

MAGNETISCHE
UNTERSUCHUNGEN IM HARZ.

VON

PROF. DR. M. ESCHENHAGEN
IN POTSDAM.

MIT ZWEI TAFELN.

STUTTGART.
VERLAG VON J. ENGELHORN.
1898.

Der Einfluss kleinerer oder grösserer Gesteinsmassen auf die Magnetnadel ist seit langer Zeit bekannt, wie wir schon aus der That-
sache entnehmen können, dass der Magnetismus überhaupt zuerst als
Eigenschaft des nach dem Magneteisenstein oder Magnetit benannten
Minerals entdeckt wurde. In grösserem oder geringerem Grade wohnen
magnetische Eigenschaften denn auch nahezu allen Körpern inne, wenn-
gleich der Nachweis derselben oft erst durch besonders feine Beob-
achtungen gelingt.

Von den in der Natur vorkommenden Gesteinsmassen enthalten
eine grosse Menge Magnetitkrystalle und weisen alsdann sogar polar-
magnetische Eigenschaften auf; hierzu sind eine grosse Zahl jüngerer
oder älterer Eruptivgesteine zu rechnen, wie z. B. alle Laven, Basalte,
viele Diabase und Granite. So findet man im Harz mehrere bekannte
Granitfelsen — die Schnarcher, der Ilstein, die Hohneklippe —,
welche eine stark ausgesprochene magnetische Eigenschaft zeigen, und
die bereits zum Gegenstand der Untersuchungen mehrerer Forscher
gemacht worden sind.

Derartige Forschungen bieten aber nur ein verhältnismässig be-
schränktes Interesse, denn Umfang und Ursache der Erscheinung ist
meist klar erkennbar. Anders verhält es sich mit der Untersuchung
ganzer Bergrücken oder selbst ganzer Gebirge, wie sie in neuerer Zeit
unter anderem von O. E. Meyer in Breslau ausgeführt wurden. Da man
bei denselben den geologischen Bau immer nur bis zu einer gewissen
Tiefe sicher ermittelt hat, so wird ein magnetischer Einfluss bei sonst
ganz unmagnetischem Material grosses Interesse haben müssen, weil
er uns über den Bau des Gebirges in grösserer Tiefe Aufschluss
geben kann.

Freilich gehören zu solchen Untersuchungen schon kompliziertere
Instrumente und Beobachtungsmethoden. Während man die Wirkung
eines Gesteinsblockes oder einer Klippe allenfalls noch mit einem ge-
wöhnlichen Handkompass bestimmen kann, erfordert die Untersuchung
eines Gebirges ein System von Beobachtungsstationen, an denen eine
Messung der erdmagnetischen Elemente mit aller Schärfe erfolgen muss.

Ferner ist nötig, dass die magnetische Aufnahme eines grösseren
Gebietes, die sogen. Landesvermessung, bis zu einem gewissen Grade
durchgeführt ist, ehe man sich an die spezielle Durchforschung kleinerer

Distrikte machen kann; denn um Abweichungen vom normalen Verhalten zu finden, muss man die normale Erscheinung des Erdmagnetismus selbst kennen, und dies geschieht durch die sogen. Landesvermessung.

Wiewohl früher in Deutschland derartige Untersuchungen in grösserem Massstabe ausgeführt worden sind, und deutsche Forscher, wie Lamont und Kreil, vor 40 Jahren fast ganz Mitteleuropa magnetisch vermessen haben, sind wir doch seit jener Zeit von anderen Nationen, Engländern, Franzosen, Holländern, überflügelt worden.

Den fortgesetzten Bemühungen der Deutschen Seewarte zu Hamburg und des Marineobservatoriums zu Wilhelmshaven ist es zu danken, dass im nördlichen Deutschland, insbesondere in der Nähe der Küsten, das Notwendigste auf dem Gebiete der magnetischen Landesvermessung in neuerer Zeit geschehen konnte; in allerneuester Zeit aber wird die Thätigkeit des seit dem Jahre 1890 als Teil des königl. preuss. meteorologischen Instituts errichteten magnetischen Observatoriums zu Potsdam sich in besonderem Masse auch der Landesvermessung widmen.

So wurde bei Gelegenheit der Ausführung der Vermessung Norddeutschlands im Jahre 1888 durch das Observatorium zu Wilhelmshaven der Wunsch rege, eine Spezialuntersuchung eines beschränkteren Gebietes im dichteren Netz auszuführen, und es ist der Anregung des Vorsitzenden des Zentralausschusses für wissenschaftliche Landeskunde in Deutschland, Herrn Prof. Dr. Kirchhoff in Halle, zu danken, dass die Ausführung einer solchen im Harz dem Verfasser ermöglicht wurde, indem jene Kommission die Kosten für die notwendigen Reisen bewilligte. Nachdem die Beobachtungen von 24 Stationen, bei welchen Herr Prof. Kirchhoff thätigen Anteil nahm, ein günstiges Ergebnis geliefert hatten, wurde es durch Unterstützung der preuss. geologischen Landesanstalt möglich, im Jahre 1890 die Zahl der Stationen nahezu zu verdoppeln und damit einen ziemlich vollkommenen Ueberblick über die magnetischen Verhältnisse des Harzes zu gewinnen, wie wir im folgenden näher darlegen wollen¹⁾.

Vorweg ist das Wichtigste über die benutzten Instrumente, die Methoden der Beobachtung und der Reduktion, sowie über die Auswahl der Stationen zu sagen.

Um die Richtung und Stärke der erdmagnetischen Kraft an einem Orte zu ermitteln, bedarf es der Bestimmung dreier Komponenten, nämlich des Winkels, welchen die Magnetnadel mit dem astronomischen Meridian macht, der Deklination, ferner des Winkels, um welchen die Nadel gegen die Horizontalebene geneigt ist, der Inklination, endlich der Kraft, welche der Erdmagnetismus auf die horizontal schwingende Magnetnadel ausübt, der Horizontalintensität. Man führt die hierzu nötigen, ca. 3 Stunden in Anspruch nehmenden Beobachtungen mit einem sogen. magnetischen Reiseinstrument aus, welches, in tragbarem

¹⁾ Eine erste Bearbeitung dieses Gegenstandes wurde im Februar 1897 dem Direktor der königl. Geologischen Landesanstalt eingereicht, ohne indes bis jetzt veröffentlicht zu werden. Die nachstehenden Darlegungen sind unabhängig von der ersten Arbeit gefertigt, über welche bisher nur auf dem Geographentage zu Jena Ostern 1897 ein Referat gegeben wurde.

Kasten verpackt, nebst Stativ ca. 25—30 kg wiegt, so dass man zum Transport eines Begleiters bedarf, um täglich eine, höchstens zwei Stationen absolvieren zu können.

Hat man die ungefähre Lage der Station, wie es zweckmässig ist, schon vorher auf der Karte ausgewählt, so erübrigt noch nach Ankunft eine Untersuchung, ob eine hinreichend weit von allen eisenhaltigen Gegenständen, Bauten entfernte Aufstellung zu erzielen ist; man vergewissert sich auch, ob Proben des anstehenden Gesteins eisenfrei sind, und kann dann die Beobachtung beginnen.

Von Wichtigkeit ist es alsdann, zu möglichst günstiger Tageszeit eine Beobachtung der Sonne zur Bestimmung der astronomischen Nordrichtung zu erzielen. Mangels einer solchen Beobachtung muss man eine besonders günstige Aufstellung mit Ausblick auf geodätisch gut bestimmte Punkte, trigonometrische Marken (Signale) oder Kirchtürme nehmen, welche namentlich im gebirgigen Terrain vielfach erst durch mühsame Wanderung zu erreichen ist. Zur Sonnenbeobachtung gehört noch die Kenntnis der Ortszeit; dazu versieht man sich mit zwei oder mehr guten Beobachtungstaschenuhren, deren Gang man von Zeit zu Zeit am einfachsten durch telephonischen Vergleich ermittelt, wenn man nicht besondere Zeitbestimmungen anstellen will oder kann. Die geographische Position entnimmt man mit hinreichender Genauigkeit den Generalstabskarten.

Das eigentliche Beobachtungsinstrument ist ein sogen. Theodolit, der mit Horizontalkreis versehen ist, mittels dessen die Stellung eines Fernrohrs durch Nonienablesung ermittelt werden kann. Mit dem Fernrohr macht man die Einstellung terrestrischer Objekte, um sich der unverrückten Stellung des Instruments auf seinem Stativ zu vergewissern, weiter folgen eine genügende Anzahl Sonnenbeobachtungen und endlich die Einstellungen einer Magnetnadel. Letztere sind dadurch möglich, dass die Nadel einen Spiegel trägt, auf den man das Fernrohr richtet, bis man sein vom Okular aus beleuchteter Fadenkreuz reflektiert sieht und es mit dem direkt gesehenen zur Deckung bringen kann.

Man lässt jetzt häufig, wie es z. B. im Harz geschah, die Nadel auf einer Pinne schweben, statt sie am Faden aufzuhängen, und muss, um den eigentlichen magnetischen Meridian zu ermitteln, noch den Magnet umlegen, d. h. oben und unten vertauschen, um den Fehler zu beseitigen, der aus einer schiefen Stellung des Spiegels zur magnetischen Achse des Stabes entspringen kann. Die Differenz der beiden Richtungen, des magnetischen und des astronomischen Meridians, giebt die magnetische Deklination.

Lenkt man durch einen zweiten, auf eine fest am Instrument angebrachte Schiene in bestimmter Entfernung gelegten Magnet jene schwebende Nadel ab, so hängt die Grösse des Winkels, den man wiederum auf dem Kreise sehr genau messen kann, einmal von dem Moment jenes Magnets ab, andererseits aber auch von der Stärke der erdmagnetischen Kraft, die ja die horizontal schwebende Nadel immer wieder in den magnetischen Meridian zurückziehen bemüht ist.

Der Magnetismus des ablenkenden Stabes ist nun Veränderungen mit der Temperatur unterworfen, denen man durch Ermittlung der

letzteren Rechnung tragen muss; ausserdem kommt aber, namentlich auf dem Transport, eine allmähliche, zuweilen auch plötzliche Abnahme des Kraftmoments vor, die man bei einer längeren Reise durch besondere Kontrollbestimmungen (Schwingungsdauer) ermitteln und in Betracht ziehen muss, wie es in unserem Falle geschehen ist.

Man ist dann in der Lage, aus der Grösse jenes Ablenkungswinkels die Stärke der erdmagnetischen Horizontalkraft abzuleiten¹⁾, die nämlich wächst, wenn jener Winkel abnimmt.

Endlich ist noch die Inklination zu bestimmen. Man gebraucht dazu besondere Magnetnadeln, die um eine horizontale Achse schwingen können, mit der sie auf Achatlagern innerhalb einer mit Kreisteilung versehenen, vertikal gestellten Dose ruhen. Die Ablesung der Nadelspitze geschieht mit freiem Auge oder Lupe auf der Kreisteilung, wobei das Beobachtungsverfahren noch durch mehrfache Lageänderungen der Nadel kompliziert wird; unter anderem sei erwähnt, dass im Harz stets nacheinander mit zwei verschiedenen Nadeln, die beide ummagnetisiert wurden, beobachtet worden ist.

Die Genauigkeit der nach unserem Verfahren erzielten Resultate ist nicht ungünstig; man darf annehmen, dass die Unsicherheit einer Deklinationsbestimmung etwa 1' oder noch etwas kleiner ist, die der Inklination mit zwei Nadeln ist etwas grösser, etwa 1,2'; der wahrscheinliche Fehler der Horizontalintensität beträgt etwa $\pm 0,00010$ C.G.S.

Eine solche Genauigkeit muss auch für Lokaluntersuchungen gefordert werden, eigentlich noch etwas mehr, denn nicht bloss das unmittelbare Ergebnis der Beobachtung auf einer Station muss die obigen Grenzen innehalten, sondern das Endresultat, nämlich die Differenz der Werte der Station gegen die einer Basisstation.

Es ist bekannt, dass die erdmagnetischen Elemente sich nicht allein von Ort zu Ort, sondern auch von Zeit zu Zeit ändern; sie haben regelmässige und unregelmässige tägliche und jährliche Schwankungen. Um diese sicher eliminieren zu können, muss man im Vermessungsgebiet ein Observatorium besitzen, wo diese Veränderungen aufgezeichnet werden, so dass man in der Lage ist, für die Zeit, zu der man auf irgend einer Station beobachtet hat, die Werte im Observatorium, also auch ihre Differenz gegen die Stationswerte, genau angeben zu können. Man setzt dabei voraus, dass jene zeitlichen Veränderungen (Variationen) im ganzen Gebiet gleichmässig verlaufen, was streng genommen nicht der Fall ist. So werden nach Norden zu die Amplituden der Variationen grösser, während andererseits auch die Ortszeit, also die östliche oder westliche Lage, für das Eintreten der Umkehrpunkte von Belang ist. Bei der oben als wünschenswert hingestellten Genauigkeit erschien es angängig, zur Ableitung jener Werte der Variationen die einzigen Observatorien zu benutzen, welche in Frage kommen konnten. Da nämlich im Vermessungsgebiet kein solches belegen ist (die magnetische Warte zu Clausthal wurde erst während der Zeit der Vermessung mit einem registrierenden Deklinatorium versehen), so war man gezwungen,

¹⁾ Vgl. des Verfassers „Erdmagnetismus“ in: Kirchhoff, Anleitung zur deutschen Landes- und Volksforschung. Stuttgart, Engelhorn. 1889.

im Jahre 1888 die Variationen dem magnetischen Observatorium der kaiserlichen Marine in Wilhelmshaven zu entnehmen, während es im Jahre 1890 möglich war, hierzu das inzwischen neu eingerichtete Observatorium zu Potsdam zu benutzen. Es sind demnach im ersten Jahre in der bezeichneten Weise die Differenzen Stationswert minus gleichzeitiger Wert zu Wilhelmshaven gebildet, im zweiten Jahre hingegen der Unterschied Station gegen Potsdam.

Beide Serien sind nun dadurch verschmolzen worden, dass jede für sich nach Elimination der Variationen auf die beidemale bestimmte Station Clausthal reduziert ist, also die Differenz Station — Clausthal abgeleitet wurde. Legt man nun für Clausthal einen bestimmten Mittelwert, z. B. den für die Mitte des Jahres 1888 gültigen, zu Grunde, so ergeben sich ohne weiteres alle Werte für sämtliche Stationen für dieselbe Zeit unter hinreichend genauer Elimination der Säkularänderung von 1888 auf 1890. Der angenommene Mittelwert von Clausthal, sowie die abgeleiteten Werte für alle drei Elemente an sämtlichen Stationen finden sich in der umstehenden Tabelle I, und zwar für alle drei Elemente unter den mit „Beobachtung“ bezeichneten Spalten.

Es erübrigt noch einiges über die Auswahl der Beobachtungsorte zu sagen. Da im Harz bereits 1888 eine grosse Zahl von geodätischen Lotabweichungsbeobachtungen vorlagen, und es nicht aussichtslos erschien, einem Zusammenhang dieser mit den magnetischen Erscheinungen (also der Massenattraktion und der magnetischen Attraktion) nachzuforschen, so wurde möglichst an den gleichen Stationen und noch an einigen anderen, welche das Netz vervollständigen, beobachtet. Im Jahre 1890 wurde dann nach Vereinbarung mit dem inzwischen verstorbenen Prof. Lossen nach geologischen Gesichtspunkten eine zweite Serie von Stationen eingefügt, unter denen nur drei (Clausthal, Vosschay, Eisleben) mit der Reihe von 1888 gemeinsam waren.

Die, wie vorerwähnt, auf einen Zeitpunkt reduzierten Ergebnisse wurden nun folgendermassen weiter verwertet.

Nach Ausscheidung zweier ganz lokal gestörter Stationen (Schnarcher und Hohneklappen), die einer besonderen Betrachtung unterzogen werden müssen, kam es darauf an, die Abweichungen der einzelnen Stationen gegen die als normal anzusehenden Werte zu ermitteln. Zu dem Ende wurden auf einer Karte des Harzes von hinreichend grossem Massstabe (1 : 100 000) die Liniensysteme der Isogonen, Isoklinen und Isodynamen eingezeichnet, wie dieselben nach den Beobachtungen, die im Jahre 1888 im nordwestlichen Deutschland angestellt wurden, erhalten sind. Dieselben sind in der Veröffentlichung des Verfassers: Magnetische Beobachtungen an 40 Stationen im nordwestlichen Deutschland in den Jahren 1887 und 1888, herausgegeben vom Reichsmarineamt (Berlin, E. S. Mittler & Sohn, 1890) niedergelegt. Die isomagnetischen Linien sind hier gewissermassen durch Ausgleich gewonnen worden, indem man nahezu gerade Linien konstruierte, welche den Beobachtungen möglichst Rechnung trugen, ohne aber durch Krümmungen den Unregelmässigkeiten zu folgen. Ein solches Liniensystem nennt man nach dem Beispiele der englischen Forscher Rücker und Thorpe „terrestrische magnetische Linien“ zum Unterschiede von dem „wahren magnetischen

Erdmagnetische Elemente im
nach direkten Beob-

Tabelle I.

Nr.	Station:	Geographische		Westliche Deklination:		
		Länge E. v. Gr.	Breite	Beobachtung	Karte	B.—K.
1	Seesen	40m 39,7s	51°54,5'	12°19,0'	12°25,8'	— 6,8'
2	Langelsheim	41 20,0	51 55,0	12 13,1	12 20,4	— 7,3
3	Osterode	40 58,4	51 44,3	12 22,1	12 21,7	+ 0,4
4	Clausthal	41 18,6	51 48,5	12 16,6	12 19,5	— 2,9
5	Zellerfeld	41 20,3	51 49,3	12 18,9	12 19,8	— 0,9
6	Altenau	41 41,9	51 48,2	12 13,8	12 16,3	— 2,5
7	Herzberg	41 21,0	51 38,0	12 7,6	12 18,4	— 10,8
8	Vosshay	41 49,9	51 46,2	12 10,3	12 15,4	— 5,1
9	St. Andreasberg . . .	42 6,8	51 43,4	12 9,0	12 12,7	— 3,7
10	Harzburg	42 15,1	51 53,0	12 10,2	12 12,0	— 1,8
11	Winterberg	42 13,5	51 51,2	12 19,8	12 12,0	+ 7,8
12	Kattenäse	42 23,3	51 52,8	12 6,4	12 10,3	— 3,9
13	Brocken	42 29,1	51 48,2	12 8,6	12 10,2	— 1,6
14	Tettenborn	42 11,5	51 34,5	12 16,1	12 11,3	+ 4,8
15	Bleicherode	42 23,7	51 27,5	12 16,6	12 9,7	+ 6,9
16	Ilseburg	42 39,3	51 52,0	12 15,6	12 8,4	+ 7,2
17	Wernigerode	43 6,1	51 50,6	12 14,7	12 4,5	+ 10,2
18	Hohneklappen	42 46,2	51 46,4	7 25,9	12 7,3	— 281,4
19	Schnarcher	42 39,0	51 45,5	—	12 8,0	—
20	Ellrich	42 43,4	51 35,0	12 9,1	12 7,7	+ 1,4
21	Benneckenstein . . .	42 51,7	51 40,0	12 12,6	12 6,0	+ 6,6
22	Heudeber	43 26,2	51 54,2	12 10,2	12 1,7	+ 8,5
23	Elbingerode	43 13,9	51 45,8	12 8,1	12 3,0	+ 5,1
24	Hasselfelde	43 18,6	51 41,0	12 3,6	12 3,0	+ 0,6
25	Ilfeld	43 9,7	51 35,0	11 48,7	12 3,3	— 14,6
26	Nordhausen	43 10,5	51 31,0	12 4,1	12 3,5	+ 0,6
27	Halberstadt	44 15,3	51 53,8	11 56,6	11 55,0	+ 1,6
28	Blankenburg	43 52,3	51 48,0	12 3,3	11 58,2	+ 5,1
29	Quedlinburg	44 35,8	51 48,0	11 51,2	11 53,0	— 1,8
30	Neinstedt	44 19,8	51 45,5	11 53,6	11 54,3	— 0,7
31	Mägdesprung	44 31,0	51 40,0	11 48,7	11 53,0	— 4,3
32	Günthersberge	43 52,3	51 39,3	12 1,2	11 57,7	+ 3,5
33	Stolberg	43 47,7	51 34,0	11 58,3	11 58,2	+ 0,1
34	Rossla	44 13,5	51 28,0	11 51,1	11 54,7	— 3,6
35	Rothenburg	44 16,2	51 25,5	12 15,4	11 54,4	+ 21,0
36	Bullenstedt	44 55,5	51 44,0	11 50,5	11 49,5	+ 1,0
37	Aschersleben	45 50,6	51 45,9	11 38,8	11 43,0	— 4,2
38	Wippra	45 3,3	51 34,1	11 53,6	11 48,3	+ 5,3
39	Mansfeld	45 49,6	51 34,5	11 46,0	11 42,7	+ 3,3
40	Sangerhausen	45 9,0	51 29,0	11 49,4	11 47,2	+ 2,2
41	Bornstedt	45 57,2	51 29,0	11 47,2	11 41,0	+ 6,2
42	Eisleben	46 10,7	51 31,0	11 46,5	11 39,5	+ 7,0

Harz für die Epoche 1888,5

achtungen und nach der Karte.

Inklination:			Horizontalintensität:		
Beobachtung	Karte	B.—K.	Beobachtung	Karte	B.—K.
66°42,5'	66°42,0'	+ 0,5'	0,18742	0,18700	+ 0,00042
66 43,1	66 42,0	+ 1,1	18673	18700	— 027
66 38,3	66 34,2	+ 4,1	18739	18770	— 031
66 37,7	66 36,6	+ 1,1	18700	18750	— 050
66 39,5	66 37,2	+ 2,3	18670	18740	— 070
66 34,7	66 36,2	— 1,5	18724	18750	— 026
66 34,7	66 29,7	+ 5,0	18884	18810	+ 074
66 34,7	66 34,2	+ 0,5	18728	18770	— 042
66 36,5	66 31,8	+ 4,7	18755	18790	— 035
66 42,5	66 39,3	+ 3,2	18732	18725	+ 007
66 38,3	66 37,3	+ 1,0	18702	18740	— 038
66 37,7	66 38,3	— 0,6	18679	18730	— 051
66 36,5	66 34,4	+ 2,1	18708	18765	— 057
66 23,9	66 25,3	— 1,4	18850	18845	+ 005
66 19,7	66 20,0	— 0,3	18897	18895	+ 002
66 39,5	66 37,3	+ 2,2	18713	18740	— 027
66 34,7	66 35,3	— 0,6	18717	18755	— 008
66 44,3	66 33,2	+ 11,6	19131	18770	+ 361
—	66 32,0	—	18549	18780	— 231
66 25,7	66 24,5	+ 1,2	18951	18850	+ 101
66 30,5	66 27,5	+ 3,0	18785	18820	— 035
66 38,3	66 37,6	+ 0,7	18678	18740	— 062
66 32,9	66 31,2	+ 1,7	18788	18790	— 002
66 34,1	66 28,0	+ 6,1	18785	18820	— 035
66 28,1	66 24,2	+ 3,9	18970	18855	+ 115
66 23,9	66 21,0	+ 2,9	18856	18885	— 029
66 35,9	66 35,8	+ 0,1	18754	18750	+ 004
66 34,1	66 32,1	+ 2,0	18750	18780	— 030
66 35,9	66 30,3	+ 5,6	18785	18790	— 005
66 29,3	66 29,2	+ 0,1	18808	18800	+ 008
66 29,3	66 25,3	+ 4,0	18846	18840	+ 006
66 28,7	66 25,5	+ 3,2	18820	18840	— 020
66 30,5	66 22,2	+ 8,3	18877	18870	+ 007
66 25,7	66 17,2	+ 8,5	18906	18920	— 014
66 23,3	66 15,0	+ 8,3	18878	18940	— 062
66 32,9	66 27,0	+ 5,9	18771	18825	— 054
66 28,7	66 27,0	+ 1,7	18821	18820	+ 001
66 22,7	66 20,0	+ 2,7	18927	18885	+ 042
66 24,5	66 19,2	+ 5,3	18866	18890	— 024
66 25,7	66 16,0	+ 9,7	18874	18925	— 051
66 19,7	66 14,8	+ 4,9	18882	18940	— 058
66 19,7	66 15,5	+ 4,2	18878	18925	— 047

Linien-system“, das jeder Unregelmässigkeit Rechnung trägt. Man gewinnt die ersteren auch auf rechnerischem Wege für ein grösseres Gebiet, wenn eine hinreichende Anzahl von Stationen diesen Weg als den sichereren und willkürfreieren erscheinen lässt. Wenn nun die hier benutzten terrestrischen Linien bei einer späteren eingehenderen Vermessung auch einige Veränderungen, oder richtiger gesagt, Verschiebungen erfahren sollten, so ändert dies an den im nachfolgenden beschriebenen eigentümlichen Unregelmässigkeiten nichts, da es sich immer nur um Gesamtverschiebungen handelt. Es kann wohl sein, dass hier und da die Grössenverhältnisse etwas andere werden; der Gesamtcharakter der Anomalieen, der, wie wir sehen werden, an einzelnen Stellen recht scharf hervortritt, wird dadurch nicht berührt.

Die jenen Karten, deren Veröffentlichung nebst den terrestrischen Linien-systemen einer vollständigeren Publikation vorbehalten bleiben soll, entnommenen Werte sind neben den direkt beobachteten und auf 1888,5 reduzierten Werten ebenfalls in Tabelle I eingetragen, und zwar unter den mit „Karte“ bezeichneten Spalten. Endlich enthält die Tabelle noch die Differenz: Beobachtung minus Karte. Es erschien nun zweckmässig, zur weiteren Diskussion nicht die drei Elemente: Deklination, Inklination und Horizontalintensität zu benutzen, sondern die drei rechtwinkligen Komponenten, in welche man die erdmagnetische Kraft an jedem Orte zerlegen kann, nämlich in die nach Norden gerichtete (horizontale) X, die nach Osten gerichtete Y und in die vertikal nach unten wirkende Z. Man erhält dieselben durch Zerlegung nach dem Gesetze des Parallelogramms der Kräfte, und zwar bringt Tabelle II diese drei Komponenten für jede Station sowohl für die beobachteten als die der Karte entnommenen Werte. Die Differenzen U, V, W von Beobachtung minus Karte geben direkt die an jedem Orte wirkenden „störenden Kräfte“ oder die Anomalieen des Erdmagnetismus. Wir setzen die beiden in der horizontalen Ebene wirkenden U und V wiederum zu einer Resultierenden R zusammen, die in die Karte I bei jeder Station eingetragen sind, und zwar als Pfeile, die von der Station ausgehen, indem wir auch hier dem Beispiele englischer und holländischer Forscher folgen. Diese Pfeile sind in der Richtung der aus den Komponenten ermittelten Kraft R gezogen und besitzen eine der Grösse derselben entsprechende Länge (1 mm der Karte = 0,00003 C.G.S.).

Aus den oben angegebenen Fehlergrenzen der Beobachtungen lässt sich ermassen, dass die Länge eines Pfeiles bis auf etwa 4 mm sicher ist; seine Richtung kann bei den grösseren Störungen nur um 5–10° falsch sein. Wenn wir nun auch diese Fehler in Anschlag bringen, so zeigt doch unsere Karte in einem gewissen Gebiet eine ganz bestimmte systematische Verteilung der Pfeile. Dieselben deuten ihrer Definition gemäss an, wo die störende Kraft ihren Sitz hat; sie sind am längsten, wenn die Station demselben sehr nahe ist. Man ist also in der Lage, einen Anziehungsmittelpunkt oder eine Reihe von solchen in der Karte einzuzichnen, wie dies besonders ausgeprägt auf einer Linie, die von Sangerhausen über Stolberg nach Ellrich und von da wahrscheinlich weiter nach Herzberg verläuft, der Fall ist. Man nennt eine solche, anscheinend Anziehung auf die Magnetnadel ausübende Linie eine magne-

tische Kammlinie, auf sie weisen die Pfeile der benachbarten Stationen hin; andererseits kann man auch Linien zeichnen, von denen die Pfeile scheinbar ausgehen, man nennt solche magnetische Thallinien. Da dieselben in dem vorliegenden Gebiet nicht sehr sicher zu konstruieren sind und denselben auch nicht die Bedeutung der Kammlinien beizumessen ist, so sind sie in die Karte nicht eingetragen. Dagegen ist eine Verzweigung der oben genannten Kammlinie angedeutet, die sich über Harzgerode nach Quedlinburg zu erstreckt. Die Lage einer solchen Linie ist selbstverständlich nicht bis auf einen Millimeter sicher einzuzichnen, es wird aber ihr Verlauf noch durch die andere Gruppe von Anomalieen gesichert, nämlich durch die der vertikalen Komponente.

Diese Anomalieen sind in der Karte neben jede Station in Zahlenwerten nach Tabelle II eingetragen worden und auf Grund derselben sind in Stufen von je 100 (Einheiten der 5-Dezimale C.G.S.) die Gebiete gleicher positiver wie negativer Anomalieen umgrenzt worden. Diese Gebiete sind, um sie genügend hervorzuheben, von ostwestlich verlaufenden Linien durchzogen (wagerecht schraffiert), wenn es sich um negative Anomalieen handelt, d. h. wenn also die gefundene Vertikal-kraft kleiner war, als sie normal sein sollte. Senkrecht sind dagegen die Gebiete positiver Abweichungen durchzogen, und zwar mit der Grösse derselben an Dichtigkeit zunehmend.

Man übersieht, dass im Harz die Gebiete positiver Abweichungen, an denen also magnetische Anziehung herrscht, vorwiegen, ja dieselbe steigert sich auf der Strecke zwischen Ilfeld und Stolberg bis zu dem erheblichen Betrage von 400 Einheiten, wobei man sich erinnern mag, dass der wahrscheinliche Fehler der Werte nur etwa 40 Einheiten beträgt.

Ein Blick auf die Karte zeigt, wie gut gerade diese Haupt-anomalie die Lage der Kammlinie bestätigt; es ist keine Frage, dass aus der Tiefe unterhalb jener Strecke Ellrich-Ilfeld-Stolberg eine bedeutende Anziehung ausgeht. Die Verhältnisse im nördlichen Harz liegen bedeutend unklarer; hier fehlt es, wie schon zwischen Ellrich und Herzberg, an Beobachtungsstationen; ebenso kann die Kammlinie, die anscheinend im Süden der Stationen Kyffhäuser (Rothenburg), Eisleben verläuft, nicht sicher festgelegt werden, weil hierzu die Beobachtungen weiter nach dem Süden zu hätten ausgedehnt werden müssen. Jene erste sicher ermittelte Kammlinie soll uns dagegen noch weiter beschäftigen.

Es ist nämlich möglich, bis zu einem gewissen Grade der Genauigkeit etwas über den Sitz der anziehenden Massen, bezw. ihre Tiefe unter der Erdoberfläche auszusagen, nach einer einfachen Rechnungsmethode, wie sie bereits von Fritsche bei seinen Beobachtungen in der Umgegend von Moskau benutzt worden ist.

Man darf nämlich annehmen, dass unmittelbar oberhalb der störenden Massen die Horizontalintensität keine Störung erfährt, andererseits wird die Inklination an einem Orte ungestört bleiben, der soweit südlich von dem anziehenden Massenzentrum liegt, dass die Richtung der normalen Inklination gerade mit der Richtung nach jenem Zentrum zusammenfällt. Aus dem rechtwinkligen Dreieck, welches jenen hori-

Rechtwinklige Komponenten der erdmagne-
nach direkten Beob.

Tabelle II.

Nr.	Station:	Nördliche Komponente X:		
		Beobachtung	Karte	B.—K.
1	Seesen	0,18312	0,18262	+ 0,00050
2	Langelsheim	250	268	— 018
3	Osterode	304	334	— 030
4	Clausthal	272	318	— 046
5	Zellerfeld	241	308	— 067
6	Altenau	299	321	— 022
7	Herzberg	463	378	+ 085
8	Vosshay	307	342	— 035
9	St. Andreasberg	333	365	— 032
10	Harzburg	311	302	+ 009
11	Winterberg	271	317	— 046
12	Kattenäse	263	309	— 046
13	Brocken	289	342	— 053
14	Tettenborn	420	420	000
15	Bleicherode	465	470	— 005
16	Ilsenburg	286	321	+ 035
17	Wernigerode	321	340	— 019
18	Hohneklappen	970	351	+ 619
19	Schnarcher	—	361	—
20	Ellrich	526	429	+ 097
21	Benneckenstein	360	402	— 042
22	Heudeber	258	329	— 071
23	Elbingerode	368	376	— 008
24	Hasselfelde	371	405	— 034
25	Ilfeld	568	439	+ 129
26	Nordhausen	440	468	— 028
27	Halberstadt	347	346	+ 001
28	Blankenburg	336	372	— 036
29	Quedlinburg	385	387	— 002
30	Neinstedt	404	395	+ 009
31	Mägdesprung	447	436	+ 011
32	Günthersberge	407	431	— 024
33	Stolberg	466	460	+ 006
34	Rossla	503	513	— 010
35	Rothenburg	448	532	— 084
36	Ballenstedt	371	425	— 054
37	Aschersleben	433	428	+ 005
38	Wippra	520	485	+ 035
39	Mansfeld	470	497	— 027
40	Sangerhausen	473	526	— 053
41	Bornstedt	484	548	— 064
42	Eisleben	480	534	— 054

tischen Kraft im Harz für die Epoche 1888,5
achtungen und nach der Karte.

Westliche Komponente (—Y):			Vertikalkomponente Z:		
Beobachtung	Karte	B.—K.	Beobachtung	Karte	B.—K.
0,03998	0,04025	— 0,00027	0,43537	0,43421	+ 0,00116
03952	03996	— 044	43396	43421	— 025
04014	04018	— 004	43383	43312	+ 071
03976	04002	— 026	43271	43349	— 078
03982	04002	— 020	43263	43347	— 084
03966	03985	— 019	43224	43335	— 111
03967	04009	— 042	43592	43250	+ 342
03949	03985	— 036	43232	43312	— 080
03947	03975	— 028	43356	43276	+ 080
03949	03957	— 008	43514	43385	+ 129
03994	03960	+ 034	43297	43350	— 053
03918	03949	— 031	43223	43362	— 139
03935	03956	— 021	43247	43307	— 060
04005	03979	+ 026	43143	43180	— 037
04018	03981	+ 037	43106	43111	— 005
03974	03941	+ 033	43363	43350	+ 013
03976	03924	+ 052	43276	43317	— 041
02474	03941	— 1467	44502	43278	+ 4224
—	03947	—	—	43260	—
03989	03960	+ 029	43436	43163	+ 273
03973	03945	+ 028	43221	43198	+ 023
03938	03905	+ 033	43241	43361	— 120
03950	03923	+ 027	43310	43255	+ 055
03925	03929	— 004	43344	43215	+ 129
03883	03938	— 053	43562	43164	+ 398
03942	03945	— 003	43157	43124	+ 033
03883	03872	+ 011	43334	43321	+ 013
03916	03895	+ 021	43262	43263	— 001
03859	03869	— 010	43407	43225	+ 182
03876	03878	— 002	43230	43210	+ 020
03858	03880	— 022	43318	43168	+ 150
03919	03905	+ 014	43238	43174	+ 064
03916	03914	+ 002	43432	43130	+ 302
03883	03905	— 022	43333	43074	+ 259
04008	03908	+ 100	43185	43045	+ 140
03852	03858	— 006	43270	43192	+ 078
03800	03822	— 022	43240	43180	+ 060
03901	03864	+ 037	43277	43089	+ 190
03847	03836	+ 011	43200	43074	+ 126
03867	03866	+ 001	43259	43045	+ 214
03857	03835	— 022	43073	43038	+ 035
03852	03824	+ 028	43063	43029	+ 033

zontalen Abstand e als Basis, die Inklination i als anliegenden Winkel enthält, berechnet man die Tiefe jenes Zentrums als andere Kathete h nach der Formel $e \cdot \operatorname{tg} i$. Die normale Inklination findet man nach unseren Karten bei der Ortschaft Hesserode (westlich von Nordhausen), während die Horizontalintensität etwas südlich von Benneckenstein, etwa bei Rothesütte, ungestört ist. Eine ganz genaue Lage dieses Punktes ist schwer zu fixieren. Die magnetische Kammlinie läuft von Ilfeld nach Ellrich, der Mangel an Stationen zwischen derselben und Benneckenstein gestattet hier einigen Spielraum. Um aber einen Ueberblick zu erhalten, mit welchen Zahlenverhältnissen wir es zu thun haben, kann man durch obigen die Entfernung e von Hesserode nach Norden rechnen entweder zu 8 km bis zur Kammlinie oder im Maximum zu 15 km bis Rothesütte. Bei der normalen Inklination von $66^{\circ} 20'$ ist $\operatorname{tg} i = 2,3$ und man erhält die Tiefe h zu 18 bzw. 34 km.

Es kann sein, dass durch Vervielfältigung der Beobachtungen diese Zahlen noch ein wenig verringert werden, auch geben dieselben nur einen Anhalt dafür, in welcher Tiefe man sich die anziehenden Massen gewissermassen konzentriert zu denken hat, während es natürlich frei gestellt bleibt, auch einzelne Teile der Masse sich weiter emporragend zu denken.

Etwas geringere, aber immerhin recht hohe Zahlen werden übrigens auch von Fritsche für die Umgegend von Moskau gefunden; auch Lamont nimmt eine Tiefe von ca. 30 km an, weil andernfalls die anziehende Wirkung sehr schnell mit der Höhe abnehmen müsse, was bis jetzt keine Bestätigung gefunden hat. Es dürfte immerhin für den Geologen von Interesse sein, wenn dargelegt wird, wie weit die Erdrinde in den genannten Tiefen noch am Aufbau der Gebirge beteiligt ist. Der Haupteinwand, der gegen unsere Ansicht ausgesprochen werden kann, ist der Einfluss der starken Zunahme der Temperatur mit der Tiefe. Wäre das für geringe Tiefen bekannte Gesetz jener Zunahme (1° auf rund 33 m) gültig, so würden wir in den angegebenen Tiefen Temperaturen von ca. 500–900° finden, welche eine starke permanente Magnetisierung nach unseren Erfahrungen nicht zulassen. Es darf aber wohl angenommen werden, dass jene Zunahme der Wärme nicht in dem angegebenen Masse fortschreitet. Ferner wissen wir nichts über die Dichte der in jener Tiefe lagernden Massen, die eine ganz bedeutende sein dürfte, was wiederum zur Erhöhung des Magnetismus beitragen wird. Endlich ist, wenn auch glühendes Eisen keinen permanenten Magnetismus mehr behält, doch die Magnetisierung durch Induktion bei hohen Temperaturen bis zur Rotglühhitze eine stärkere als bei niedrigen. Doch die Art, wie jener Magnetismus entstanden zu denken ist, kann uns erst in zweiter Linie beschäftigen; wir werden unten auf diese Frage zurückkommen.

Zunächst wissen wir aus den zahlreichen geologischen Untersuchungen des Harzes, dass sich vor allem die Granite durch einen starken Magneteisengehalt auszeichnen. Sie übertreffen in dieser Beziehung, wie überhaupt in der Quantität des Vorkommens, die sonst auch ziemlich stark magnetischen Diabase. Wie bereits Eingangs erwähnt, zeichnen sich im Harz eine Reihe von Granitfelsen durch magnetisches

Verhalten, und zwar deutlich polarmagnetisches, aus. Die Schnarcher bei Schierke brachten bei unserer Untersuchung noch in 27 m Entfernung Ablenkungen der Magnetnadel von $1,2^{\circ}$ hervor; besonders stark war ferner die Einwirkung der Hohneklippe, wo auf der höchsten Spitze (der sogen. Leistiklippe), die Inklination um $11'$ gestört wurde, was eine zehnfach grössere vertikale Attraktion als in der Gegend von Ilfeld bedeutet. Es handelt sich hier also vermutlich um eine lokale Erscheinung, die bis zur Oberfläche reicht und wohl einem reichen, vielleicht gangartig aufsteigenden Magnetitgehalt zu verdanken ist. Die Hauptgranitmassen, wie der Brocken, zeigen keine hervorstechende Wirkung, so dass, wenn es sich in erster Linie um die Darlegung des magnetischen Charakters des Gebirges handelt, jene lokalen Erscheinungen, wie schon bemerkt, auszuschliessen waren.

Der geologische Charakter des Harzes ist von verschiedenen Forschern mit Vorliebe zum Gegenstande ihres Studiums gemacht worden, wozu er durch seine isolierte, gewissermassen inselartige Lage besonders herausforderte¹⁾.

Während die prägranitischen Eruptivgesteine, die Diabase, keine wesentliche Rolle bei dem jetzigen Aufbau des Harzes spielen, ist dies anders bei den bedeutenden Granitvorkommnissen. Diese bilden drei oberflächlich getrennte Massive, nämlich die Brockenkuppe, die des Rammbergs und ein kleineres im Okerthale. Es dürfte wohl als zweifellos gelten, dass diese drei in unterirdischem Zusammenhange stehen, also gewissermassen drei Kanäle bilden, durch welche das feurig flüssige Magma einstmals an die Oberfläche gedrungen ist. Die postgranitischen Gesteine, die Porphyre, die namentlich im Südharz vielfach vorkommen, treten in ihrer Bedeutung hinter den Graniten zurück und zeigen überdies keine magnetischen Eigenschaften.

Nun sind im Harz zwei Faltungsrichtungen vorherrschend, die den beiden in Mitteldeutschland vertretenen Schub- oder Druckrichtungen entsprechen.

Aehnlich wie im rheinischen Schiefergebirge, im Taunus, Hunsrück und Westerwald treten im Harz Faltungen auf mit vorherrschend von Südwest nach Nordost sich erstreckender Richtung. Das Ueberhängen derselben nach Nordwest deutet darauf hin, dass ein Druck aus Südost, die sogen. rheinische oder niederländische Druckrichtung, jene hervorbrachte.

Nahezu rechtwinklig zu dieser Faltung erstrecken sich die Gebirge, welche der hercynischen oder sudetischen Druckrichtung ihre Entstehung verdanken, die von Südwest her wirkte und deren Wirkung wir besonders ausgeprägt in der Lausitz, dem Riesengebirge und Böhmerwald etc. erkennen. Im Harz ist dieselbe nachweisbar durch das Verbiegen der Falten der ersteren Richtung, was zugleich das spätere Auftreten andeutet. Das Zusammenwirken dieser beiden Druckrichtungen macht die Zerklüftung und Verdrehung der vielen Spalten und Gänge des

¹⁾ Wir folgen hier wesentlich den Lossenschen Darlegungen, wie sie von Kloos in dem Buche: Entstehung und Bau der Gebirge, Braunschweig 1889, wiedergegeben ist.

Harzes erklärlich. Die oberflächliche Erstreckung der genannten Granitmassen, nämlich die des Brockens mit der Längsachse von Südwest nach Nordost, die des Rammbergs mit der dazu senkrechten Orientierung (vgl. die obere Karte auf Tafel II) machen die Beteiligung der Granitdurchbrüche bei jenen Faltungsprozessen wahrscheinlich. Das emporsteigende Magma füllte die entstehenden Klüfte aus, und zwar darf aus dem südlichen Einfallen der Schichten geschlossen werden, dass das Granitmagma nicht unterhalb des Brockens, sondern südlich von demselben in der Tiefe seinen Sitz hatte.

Diese Anschauung ist in der unteren Karte auf Tafel II durch ein ideales Profil eines Schnittes, welcher durch den Brocken etwa von Harzburg nach Nordhausen gelegt ist, dargestellt; wir glauben, dass dieselbe, wenigstens was den uns am meisten interessierenden Granitdurchbruch des Brockens betrifft, sich ohne Zwang mit den geologisch erwiesenen Thatsachen vereinigen lässt.

Wie bereits erwähnt, zeichnen sich die Granite des Harzes durch grösseren oder geringeren Eisengehalt aus. Man ist zu der Annahme berechtigt, dass die spezifisch schwersten, also eisenhaltigsten Granite, am tiefsten liegen, und dass davon nur gelegentlich einige Gänge durch die erwähnte Verdrehung der Schichten nach oben getrieben sind, wodurch in einzelnen Partien, wie Hohneklippen und Schnarcher, die starke magnetische Wirkung erklärbar wird. Wir werden also zu der Annahme geführt, dass in dem Gebirge südlich vom Brocken in grösserer Tiefe die bedeutendsten eisenhaltigen Massen lagern, eine Annahme, welche mit der oben nachgewiesenen Existenz einer magnetischen Kammlinie nicht bloss wohl vereinbar ist, sondern dieselbe zwanglos erklären würde. Es würde gekünstelt erscheinen, wenn man noch weiter gehen und etwa annehmen wollte, dass eine nicht bis zur Oberfläche hervorgegedrungene Falte des erstarrten Magmas gerade die lineare Ausdehnung jener Attraktionslinie bewirkte, es mag genügen, nur den Zusammenhang beider Erscheinungen als wahrscheinlich erwiesen zu haben.

Es kommt nun noch eine dritte Gruppe von Erscheinungen in Frage, deren Beziehung zu den oben genannten gleichfalls wahrscheinlich ist, nämlich die durch die Lotstörungen im Harz nachgewiesene eigentümliche Massenattraktion. Denken wir uns das Querprofil eines ostwestlich verlaufenden Gebirgszuges als ein gleichschenkliges, aufrechtstehendes Dreieck, so wird ein Lot über der Spitze bei homogener Beschaffenheit des Berges von Norden und Süden gleich starke Anziehung erfahren, es wird also normal auf der Basis stehen. Ein am nördlichen Endpunkte der Basis, also am Nordfusse des Gebirges, befindliches Lot wird von der südlich gelegenen Masse angezogen, es wird also um einen, wenn auch geringen, Betrag nach Süden abgelenkt; wir sprechen in diesem Falle von einer positiven Lotstörung. Analog haben wir am Südfusse eine negative Lotabweichung.

Die Ermittlung des Betrages solcher Abweichungen ist nicht einfach; gewöhnlich beschränkt man sich, wie in der oben geschilderten Weise, auf Meridianprofile; man beobachtet also die Lotabweichungen im Meridian.

Bei dem Uebergang von einem einzelnen Berge zu einem

grösseren Gebirge oder einem ganzen Lande ist zunächst Festsetzung darüber zu treffen, welche Richtung als die eigentliche jedem Punkte zukommende Lotrichtung zu betrachten ist. Als solche fasst man die Normale des Erdellipsoids auf, welches den Betrachtungen zu Grunde gelegt wird, und welches durch eine Reihe komplizierter geodätischer Triangulationen von Punkt zu Punkt festgelegt werden muss. Man erhält alsdann für jede Station eine geodätische Breite oder Polhöhe, während die astronomische, durch Sternbeobachtungen ermittelte Polhöhe von jener im allgemeinen abweicht. Die Differenz der beiden ist jener Betrag, welchen man als „Lotabweichung im Meridian“ bezeichnet, und der gewöhnlich eine Anzahl von Bogensekunden nicht übersteigt. Da man eine normal zu der Lotrichtung jedes Ortes verlaufende Fläche das „Geoid“ nennt, so kann man auch sagen, es handelt sich darum, die Abweichung des Geoids vom Erdellipsoid zu ermitteln, wobei noch strengere Festsetzungen bezüglich der Auswahl der genannten Flächen getroffen werden müssen. Diese Aufgabe allgemein für die ganze Erde zu lösen, kann erst als das Resultat vieler Beobachtungen und internationaler Vereinbarungen erhalten werden. Für ein beschränktes Gebiet, wie z. B. für Deutschland oder für den Harz, gestaltet sich die Sache einfacher, indem für einen Ausgangspunkt die Lotabweichung als Null gesetzt wird, d. h. man wählt dasjenige Ellipsoid aus, welches sich dem Geoid an dieser Stelle anschmiegt, und untersucht nur das Verhalten benachbarter Punkte.

Für den Harz liegen nun eine grosse Anzahl von Lotabweichungsbeobachtungen vor, welche seitens des königl. preuss. geodätischen Instituts ausgeführt worden sind. Die mir freundlichst zur Verfügung gestellten Werte sind in unserer Karte neben die entsprechenden, durch schwarze Punkte markierten Stationen eingetragen, und zwar erschien es hier als das richtigste, diejenige Lotstörung als Null zu setzen, welche an den Hauptpunkten in der Umgebung des Harzes gefunden worden ist. Es sind hierzu die Stationen Braunschweig, Göttingen, Gotha gewählt worden, die übereinstimmend fast dieselbe Abweichung aufweisen wie die früher als Ausgangspunkt benutzte Station Rauenberg bei Berlin. Auf diese Weise erscheint die Möglichkeit für unseren Fall am besten gesichert, den wirklichen Einfluss des Gebirges gegenüber der Umgegend selbst zu ermitteln, während eine weitere Darstellung sich auf breiterer Grundlage aufbauen müsste, als sie hier zur Verfügung steht.

Verfolgen wir die eingetragenen Zahlen von Norden nach Süden, etwa im Meridian des Brockens, so finden wir die stärksten Ablenkungen des Lotes nach Süden gleich am Nordrande des Harzes auf den Stationen Kattenäse und Harzburg, dann folgt eine schnelle Abnahme der Anziehung und zwischen Achtermannshöhe und Andreasberg wird die Abweichung Null erreicht, d. h. das Lot verhält sich hier wie in der weiteren, vorhin beschriebenen Umgegend des Harzes. Weiter nach Süden zu haben wir eine schnell anwachsende negative Abweichung, die bei Tettenborn einen Maximalwert erreicht, um alsdann weiterhin nach Süden sich wieder zu verringern.

Man kann nun, wie dies bereits vom geodätischen Institut geschehen ist, Linien gleicher Abweichung konstruieren, von denen wir hier nur eine gezeichnet haben, nämlich die Linie ohne Abweichung. Dieselbe verläuft etwa von Osterode über Braunlage und Günthersberge nach Wippra.

Bemerkenswert ist, dass diese Linie, welche wir als Symmetrielinie gleicher Massenanziehung bezeichnen können, ziemlich genau parallel der oben gezeichneten magnetischen Kammlinie verläuft. Beide Linien sind bei der verhältnismässig geringen Zahl von Stationen nicht in ihren kleinsten Krümmungen gesichert, es kann naturgemäss in erster Linie auf den gleichartigen Verlauf von WNW nach OSO ankommen, der als zweifellos sicher anzunehmen ist. Die magnetische Kammlinie ist, um nicht einem Anpassungssystem zu verfallen, auf meine Bitte von dem durch die magnetische Vermessung Sumatras, Brasiliens und Hollands bekannten Dr. van Rijkevorsell unabhängig von mir konstruiert, dem die Namen der Stationen, um die es sich handelte, gar nicht mitgeteilt wurden.

Zunächst ist bemerkenswert, dass die Linie ohne Lotabweichung sehr weit südlich von den höchsten Erhebungen des Gebirges verläuft. Kommen wir auf die oben ausgeführte Vorstellung zurück, indem wir die Lotstörungen längs eines Meridianprofils verfolgen, so haben wir es bei einem Schnitt durch den Harz von Nord nach Süd nicht mit einem gleichschenkligen Dreieck zu thun, sondern mit einem ungleichseitigen (stumpfwinkligen), dessen kürzeste Seite vom Brocken nach Harzburg abfällt, während der zweite Schenkel des stumpfen Winkels in der allmählichen Abdachung nach Süden eine weit grössere Länge erreicht. Bei einer solchen Ungleichheit ist a priori klar, dass die Lotabweichung an der Spitze nicht Null sein kann, sondern noch eine südliche sein muss. Der Wert Null wird erst südlich von der höchsten Erhebung eintreten, und zwar wird die Verschiebung noch stärker sein, wenn eine Unsymmetrie der Massenverteilung in geringerer oder in grösserer Tiefe eintritt. An eine solche muss man hier offenbar denken, da die Lage der Linie ohne Abweichung eine ausserordentlich weit nach Süden verschobene ist. Man kann sich vorstellen, dass unterhalb des Brockens Massendefekte, z. B. spezifisch weniger dichte Gesteine, oder im Süden Massenüberschüsse vorhanden sein müssen, oder dass beides gleichzeitig der Fall ist.

Die Ergebnisse der magnetischen Messungen haben das Vorhandensein eisenhaltiger, also spezifisch schwerer Massen, im Süden in der Tiefe als höchst wahrscheinlich erkennen lassen. Dieselben dürften nun ebensowohl die Anomalieen der Lotabweichungen erklären, wie sie die oben erwähnten Annahmen über den Bau des Harzgebirges, die im wesentlichen von dem verdienstvollen Forscher Lossen herrühren, bestätigen. Die drei unabhängig voneinander abgeleiteten Anschauungen befinden sich in einer so guten Uebereinstimmung im Endresultat, als man es für ein so schwieriges Problem, die Verhältnisse in unzugänglichen Tiefen zu erforschen, nur erwarten kann.

An ein unmittelbares Zusammenfallen der magnetischen Kammlinie und der Linie ohne Lotabweichung kann nicht gedacht werden,

da spezifisch schwere Gesteine nicht immer magnetisch zu sein brauchen. Andererseits ist ein allmähliches Zunehmen des Eisengehalts mit der Tiefe wohl wahrscheinlich, wodurch ebenfalls jene Verschiebung erklärt werden kann. Endlich finden Massendefekte unterhalb des Brockens dadurch ihre Erklärung, dass die durch Druck von Süden her aufsteigenden schweren Granitmassen die spezifisch leichteren Gesteine überwallten.

Die weitere Forschung an anderen Orten wird ergeben, ob das Zusammentreffen von magnetischer Attraktion und Massenanziehung eine häufigere Erscheinung ist. Nach beiden Richtungen sind bereits bedeutende Anomalieen entdeckt, in keinem Falle vereinigt sich indes eine so gute Kenntnis des Gebirges mit beiden Forschungsrichtungen, wie es im Harz der Fall ist. Von der Ausdehnung magnetischer Messungen, wie sie für Deutschland in den nächsten Jahren bevorsteht, ebenso wie von den relativen Bestimmungen der Schwerkraft (Pendelmessungen), deren Ausführung in grösserem Umfange seitens des königl. geodätischen Instituts zu Potsdam beabsichtigt wird, lassen sich nach der angedeuteten Richtung hin noch wichtige Aufschlüsse erwarten. Es dürfte alsdann nicht unwahrscheinlich sein, dass sich die geologische Forschung häufiger des Hilfsmittels magnetischer Beobachtungen bedient, um eine Orientierung über die Massen in grösseren Tiefe zu erhalten. Es verdient erwähnt zu werden, dass eine solche Orientierung schon auf einfacherer Weise gewonnen werden kann, als wir sie benutzt haben. Ein Blick auf die Karte auf Tafel I lehrt nämlich, dass allein schon die Verteilung der Vertikalkraft bezw. ihrer Anomalieen einen solchen Ueberblick giebt. Es dürfte nicht schwer sein, die dazu nötige Beobachtungsreihe schon durch Benutzung eines einfacheren Instruments zu erzielen, über dessen Konstruktion wir nähere Angaben uns vorbehalten.

Es darf wohl zum Schluss hervorgehoben werden, dass mit den vorliegenden Darlegungen ein Beweis — so weit man überhaupt von einem solchen sprechen kann — dafür erbracht worden ist, dass die magnetischen Anomalieen im Harz auf magnetische Beschaffenheit von Teilen der Erdkruste zurückzuführen sind. Es besteht bekanntlich noch die Möglichkeit, diese Erscheinungen durch Ablenkungen der Erdströme zu erklären, welche man als Ursache des Erdmagnetismus zu betrachten pflegt.

Auf dem Geographentage zu Jena 1897 wurde diese Anschauung von Ed. Naumann verfochten, der bereits 1887 aus seiner magnetischen Vermessung Japans nachwies, dass die Isogonen an der Stelle der grossen Verwerfung der Fossa magna eine Einbuchtung zeigen, welche er als Ablenkung der Erdströme infolge jener Schichtenstörung des Gebirges zu erklären versucht hat. Derartige Ursachen glaubt er auch für andere grössere magnetische Anomalieen, unter gänzlichem Ausschluss des Gebirgsmagnetismus, annehmen zu sollen.

Nun ist der Magnetismus verschiedener Gesteinsarten im kleinen wie im grossen von Bergen und Gebirgszügen bereits in älterer wie in neuerer Zeit¹⁾ erkannt. Die Aufnahmefähigkeit verschiedener Ge-

¹⁾ Vgl. Humboldt, Kosmos Bd. IV; S. Günther, Geophysik Bd. II.

¹⁾ A. W. Rücker and T. E. Thorpe, A magnetic Survey of the British Isles for the Epoch January 1. 1891. Phil. Transact. A. 1896, Vol. 188, p. 1—661.





